PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : G05B 19/409, 19/418, 23/02

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 00/52536**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. September 2000 (08.09.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00657

(22) Internationales Anmeldedatum: 2. März 2000 (02.03.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 09 154.4	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 023.8	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 018.1	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 012.2	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 011.4	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 010.6	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 013.0	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 009.2	2. März 1999 (02.03.99)	DE
199 09 016.5	2. März 1999 (02.03.99)	DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: FRIEDRICH, Wolfgang [DE/DE]; Hauptstrasse 11, D–91088 Bubenreuth (DE). WOHLGEMUTH, Wolfgang [DE/DE]; Karl–Bröger–Strasse 5, D–91058 Erlangen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D–80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

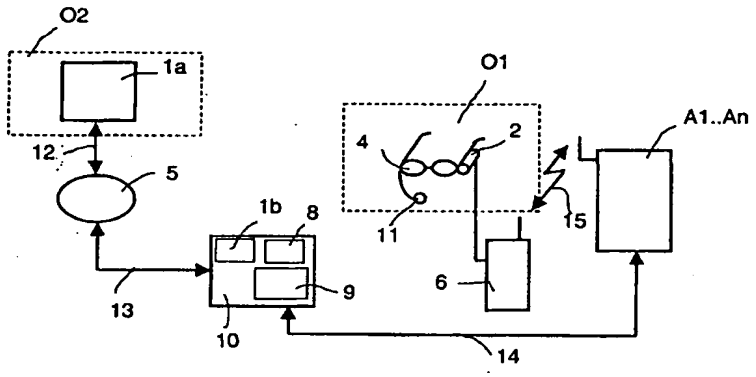
Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: OPERATING AND MONITORING SYSTEM UTILIZING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

(54) Bezeichnung: BEDIEN– UND BEOBACHTUNGSSYSTEM MIT AUGMENTED REALITY–TECHNIKEN



(57) Abstract

The invention relates to an operating and monitoring system in which, in addition to the real information of a process, for example, of an automation system, virtual information is supplemented and visualized on a mobile display device. This permits an on–site virtual visualization, for example, of filling amounts of a tank, of a line, etc. which are otherwise not accessible. Speech or cues make it possible to carry out a multimodal communication with components of the processor.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Bedien– und Beobachtungssystem, bei dem neben realen Informationen eines Prozesses, beispielsweise eines Automatisierungssystems virtuelle Informationen ergänzt und auf einem mobilen Anzeigegerät visualisiert werden. Hierdurch können beispielsweise Füllmengen eines Tanks, einer Leitung etc. vor Ort virtuell visualisiert werden, die ansonsten nicht zugänglich sind. Durch Sprache oder Fingerzeig ist eine multimodale Kommunikation mit den Komponenten des Prozesses möglich.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland			**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun			**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

Beschreibung

Bedien- und Beobachtungssystem mit Augmented Reality-Techniken

Die Erfindung betrifft ein Bedien- und Beobachtungssystem für eine automatisierungstechnisch gesteuerte Anlage und/oder einen automatisierungstechnisch gesteuerten Prozess.

Ein derartiges System und Verfahren kommt beispielsweise im Bereich der Automatisierungstechnik, bei Produktions- und Werkzeugmaschinen, bei Diagnose-/Serviceunterstützungssystemen sowie für komplexe Komponenten, Geräte und Systeme, wie beispielsweise Fahrzeuge und industrielle Maschinen und Anlagen zum Einsatz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bedien- und Beobachtungssystem anzugeben, das es auch bei komplexen Aufgaben auf einfache Weise einen vielseitigen Einsatz ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch System bzw. durch ein Verfahren mit den in den Ansprüchen 1 bzw. 5 angegebenen Merkmalen gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß für das Bedienen und Beobachten eines Prozesses oder einer Anlage häufig eine Vielzahl von Anzeigemitteln und- instrumenten erforderlich ist. Dies erfordert einen relativ hohen Hardwareaufwand. Zudem leidet häufig die Übersichtlich beim Bedienen- und Beobachten, wenn der Verantwortliche eine Vielzahl von Anzeigen beobachten und kontrollieren soll. Mit Hilfe der mobilen Anzeigemittel, beispielsweise in Form einer Datenbrille wird erreicht, daß dem Verantwortlichen jeweils aktuelle Informationsdaten auf ein und derselben Anzeigevorrichtung, nämlich auf der Datenbrille visualisiert werden. Die Visualisierung bestimmter Prozessdaten, Signale etc. kann dabei entweder in Abhängigkeit vorgebbarer Ablaufdaten und/oder gezielt dadurch erfolgen, daß der Bediener und Beobachter einer

Anlage und/oder eines Prozesses einen bestimmten Bereich oder Teilbereich der Anlage bzw. des Prozesses betrachtet. Mit Hilfe der Augmented-Reality-Techniken werden abhängig von dem betrachten Bereich bzw. Teilbereich bestimmte Informationsdaten visualisiert. So kann beispielsweise beim Betrachten eines Ventils eine Anzeige „Ventil geschlossen" ggf. ergänzt durch einen Druckwert ausgegeben werden. Die Ausgabe erfolgt dabei auf dem Anzeigemittel und kann beispielsweise durch eine Sprachausgabe ergänzt werden. Durch die multifunktionale Anzeigevorrichtung in Form der Datenbrille kann eine Vielzahl ansonsten erforderlicher separater Anzeigemittel eingespart werden. Auf der Datenbrille können beispielsweise auch Füllmengen eines Tanks, einer Leitung etc. vor Ort virtuell visualisiert werden, die ansonsten nicht zugänglich sind. Durch Sprache oder Fingerzeig ist eine multimodale Kommunikation, z.B. durch Sprache und/oder Fingerzeig mit den Komponenten des Prozesses möglich. Mit Hilfe der AR-Techniken (Augmented-Reality-Techniken) werden Objekte gesehen und identifiziert. Diese Realität kann in Abhängigkeit dieser realen Informationen dann um virtuelle Informationen erweitert werden.

Bei den Informations- und/oder Dokumentationsdaten kann es sich beispielsweise um bei der Errichtung einer Anlage, eines automatisierungstechnisch gesteuerten Systems oder Prozesses erstellte und gesammelte Daten und/oder auch im Betrieb einer Anlage oder eines Automatisierungssystems nach vorgebbaren Kriterien gepflegte und jeweils aktualisierte Dokumentationsdaten handeln. Diese Dokumentationsdaten können auf Speichermittel gespeichert sein, die sowohl lokal, d.h. am Ort der jeweiligen Anwendung oder auch an jedem beliebig anderen Ort, beispielsweise am Ort der jeweiligen Herstellerfirmen der einzelnen Anlagenkomponenten, gespeichert werden. Mit Hilfe der Erfassungsmittel werden beispielsweise aus einem Bildinhalt die realen Informationen erfaßt und über die Auswertemittel ausgewertet, so daß eine Zuordnung der realen Objekte zu in den Dokumentationsdaten gespeicherten Objektda-

ten möglich wird. Anhand der realen Informationsdaten, beispielsweise in Form eines detektierten Objekts werden dann insbesondere automatisch die zusätzlichen in dem Dokumentationsdaten enthaltenen Objektdaten ausgewählt und beispielsweise für Servicezwecke vor Ort zur Verfügung gestellt. Hierdurch wird ein situationsgerechter schneller Zugang zu den jeweils benötigten Daten ermöglicht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen bestehen darin, daß die Dokumentationsdaten statische und/oder dynamische Informationsdaten sind. Beispiele für derartige statische Informationen sind technische Daten aus Handbüchern, Explosionszeichnungen, Wartungsanweisungen etc.. Beispiele für dynamische Informationen sind Prozeßwerte wie Temperatur, Druck, Signale etc.

Ein schneller situationsgerechter Zugang zu den Dokumentationsdaten wird dadurch weiter unterstützt, daß die Erfassungsmittel eine Bildaufnahmevorrichtung aufweisen, daß die Auswertemittel zur Auswertung der realen Information in der Weise vorgesehen sind, daß aus der realen Information ein Eisatzkontext, insbesondere ein Objekt der Dokumentationsdaten ermittelt wird und daß das System Visualisierungsmittel zur Visualisierung der Dokumentationsdaten aufweist.

Ein schneller situationsgerechter Zugang zu den Dokumentationsdaten wird dadurch weiter unterstützt, daß die Erfassungsmittel anwendergesteuert sind und insbesondere als sprachgesteuerte Erfassungsmittel und/oder durch Steuerdaten gesteuerte Erfassungsmittel ausgebildet sind.

Ein für viele Anwendungsfälle optimaler Einsatz von Augmented-Reality-Techniken auf Basis der statischen und/oder dynamischen Dokumentations- und/oder Prozeßdaten kann in der Weise erfolgen, daß die Erfassungsmittel und/oder die Visualisierungsmittel als Datenbrille ausgebildet sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

Es zeigen:

FIG 1 ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels eines Augmented-Reality-Systems,

FIG 2 ein weiteres Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines Augmented-Reality-Systems und

FIG 3 ein Anwendungsbeispiel für einen situationsgerechten Zugriff auf Expertenwissen und/oder Dokumentationsdaten.

Figur 1 zeigt eine Prinzipdarstellung eines Augmented-Reality-Systems zur Übertragung von ersten Informationsdaten von einem ersten Ort O1 an einen entfernten zweiten Ort O2 eines Experten für eine Unterstützung eines Anwenders am ersten Ort O1 beispielsweise im Service- und/oder Reparaturfall durch den entfernten Experten am zweiten Ort. Der Anwender, der in Figur 1 nicht explizit dargestellt ist, ist mit mobilen Geräten 4, 6 ausgestattet. Die mobilen Geräte 4, 6 beinhalten eine Datenbrille 4, an der eine Videokamera 2 sowie ein Mikrofon 11 angeordnet ist. Die Datenbrille ist mit einer Einrichtung zur drahtlosen Kommunikation, beispielsweise einer Funk-Sende-Empfangsvorrichtung 6 gekoppelt, die über eine Funkschnittstelle 15 mit dem Automatisierungssystem A1..An kommunizieren kann. Das Automatisierungssystem A1..An ist über eine Datenverbindung 14 mit einem Augmented-Reality-System 10 koppelbar, welches im folgenden auch abkürzend als AR-System bezeichnet wird. Das AR-System enthält ein Informationsmodul 1b zur Speicherung bzw. zum Zugriff von bzw. auf Informationsdaten, ein AR-Basismodul 8 sowie ein AR-Anwendungsmodul 9. Das AR-System 10 ist über eine Datenverbindung 13 mit dem Internet 5 verbindbar, wobei über eine

beispielhaft dargestellte Internetverbindung 12 ein Zugriff auf weitere Speicher- und Dokumentationsdaten 1a möglich ist.

Der Anwender, der mit der Datenbrille 4 und der mobilen Funk-Sende-Einrichtung 7 ausgestattet ist, ist in der Lage, sich für Wartungs- und Servicezwecke in der Anlage A1..An frei zu bewegen. Ist beispielsweise die Wartung oder Reparatur einer bestimmten Teilkomponente der Anlagen A1..An erforderlich, so wird mit Hilfe der Kamera 2 der Datenbrille 4 gegebenenfalls gesteuert durch Sprachkommandos, die vom Mikrofon 11 erfaßt werden, ein entsprechender Zugang zu den relevanten Dokumentationsdaten 1a, 1b hergestellt. Hierzu wird über die Funkschnittstelle 15 eine Datenverbindung zur Anlage A1..An oder einem entsprechenden Funk-Sende-Modul aufgebaut und die Daten an das AR-System 10 übermittelt. Im AR-System erfolgt eine situationsgerechte Auswertung der vom Anwender erhaltenen Daten und ein automatischer oder auch ein interaktiv vom Anwender gesteuerter Zugriff auf Inforamtionsdaten 1a, 1b. Die ermittelten relevanten Dokumentationsdaten 1a, 1b, werden über die Datenverbindungen 14, 15 an die Funk-Sende-Einrichtung 6 übermittelt und insgesamt erfolgt auf Basis der erfaßten Arbeitssituation somit eine Analyse, die Grundlage für die Auswahl von Daten aus der vorliegenden statischen Information ist. Hierdurch ergibt sich eine situationsgerechte, objektorientierte bzw. bauteilorientierte Auswahl relevanten Wissens aus den aktuellsten Datenquellen 1a, 1b. Die Anzeige der Information erfolgt mit Hilfe der jeweils verwendeten Visualisierungskomponente, beispielsweise einem Handheld-PC oder einer Datenbrille. Von AR-basierten Technologien gesprochen wird. Der Anwender vor Ort wird somit lediglich mit der Information versorgt, die er braucht. Diese Information befindet sich jeweils auf dem aktuellsten Stand. Der Servicetechniker wird beispielsweise nicht durch ein "100 Seiten-Manual" mit Informationen überfrachtet.

Figur 2 zeigt ein weiteres Anwendungsbeispiel eines Systems zur Dokumentationsverarbeitung für Service und Wartung. Das

System besteht aus einem Augmented-Reality-System 10, welches ein Informationsmodul 1b zur Speicherung von Informationsdaten, ein AR-Basissystem 8 sowie ein AR-Anwendungsmodul 9 enthält. Das AR-System 10 ist über Bindungsleitungen 13, 18 ans Internet 5 ankoppelbar. Von dort besteht über eine beispielhafte Datenverbindung 12 eine Verbindungsmöglichkeit zu einem entfernten PC 16 mit einem entfernten Experten 22. Die Kopplung zwischen den einzelnen Modulen des AR-Systems 10 erfolgt über Verbindungen 19, 20, 21. Die Anwenderkommunikation zwischen einem Anwender 7 und dem AR-System erfolgt über Schnittstellen 8, 23. Hierzu ist das AR-System mit einer Sende-Empfangs-Vorrichtung koppelbar, die eine bidirektionale Datenkommunikation zwischen dem AR-System 10 und dem Anwender 7 über eine Datenbrille 4 entweder direkt über die Schnittstelle 8 oder über ein im Bereich des Anwenders 7 angeordnete Funk-Sende-Empfangseinrichtung 17 über eine Schnittstelle 23 ermöglicht. Die Verbindung 23 kann über eine separate Datenverbindung oder über das Stromnetz als "Power-Line"-Modem realisiert werden. Die Datenbrille 4 enthält neben einer im Bereich der Brillengläser angeordneten Anzeigevorrichtung eine Bilderfassungsvorrichtung 2 in Form einer Kamera sowie ein Mikrofon 11. Der Anwender 7 kann sich mit Hilfe der Datenbrille 4 im Bereich der Anlagen A1..An bewegen und Service- oder Wartungsarbeiten durchführen.

Mit Hilfe der Datenbrille 4 und der entsprechenden Funk-Sende-Empfangsvorrichtungen, beispielsweise der Funk-Sende-Empfangsvorrichtung 17, die vom Personal direkt am Körper getragen wird, ist es möglich vorbeugende Funktionalität zu erreichen: Zunächst erfolgt die Erfassung der jeweiligen Arbeitssituation, beispielsweise durch die Kamera 2 oder durch Lokalisierung durch das Personal 7. Auf Basis der erfaßten Arbeitsssituation erfolgt im AR-System eine Auswahl von Daten gewarteten Anlage A1..An. Der grundlegende Vorteil des in Figur 3 dargestellten Systems besteht darin, daß dieses System das Zusammenwirken der einzelnen Einzelfunktionalitäten anwendungsgerecht unterstützt: So wird zunächst eine konkrete

Arbeitssituation automatisch erfaßt, diese Arbeitssituation anschließend analysiert, wobei aus der aktuellsten, vorliegenden statischen Information in Kombination mit den augenblicklich erfaßten dynamischen Daten automatisch die gerade relevanten Aspekte ermittelt werden. Hierdurch werden beispielsweise Montagehinweise mit aktuellen Prozeßdaten korreliert. Das Personal 7 erhält hierdurch eine situationsgerechte Anzeige der relevanten Informationen beispielsweise durch eine überlagerte Visualisierung der entsprechenden Daten in der Weise, daß im Sichtfeld des Personals die reale Arbeitssituation um die ermittelten Informationen erweitert wird. Hierdurch wird das Personal 7 in kürzester Zeit handlungsfähig gemacht und damit notwendige Maschinenlaufzeiten gesichert. Unterstützung kann der Wartungstechniker 7 vor Ort auch über den entfernten Experten 22 und das am Ort des entfernten Experten 22 vorliegende Wissen 16 erhalten.

Figur 3 zeigt ein Anwendungsbeispiel für einen situationsgerechten Zugriff auf Dokumentationsdaten. Figur 3 zeigt einen ersten Bildschirmbereich B1, in dem eine Anlagenkomponente dargestellt ist. Im rechten Bildschirmbereich B2 ist ein Anwender 7 dargestellt, der beispielsweise eine einzelne Anlagenkomponente betrachtet. Der Anwender 7 ist mit einer Datenbrille 4 augerüstet, die eine Kamera 2 als Erfassungsmittel enthält. An der Datenbrille 4 ist darüber hinaus ein Mikrofon 11 sowie ein Lautsprecher 16 angeordnet. Im linken Bildschirmbereicht B1 ist ein Blick auf Rohrleitungen dargestellt, die mit der im Bildfenster B2 dargestellten Datenbrille betrachtet werden können. Im linken Bildschirmbereich B1 sind zwei Punkte B1, B2 markiert, die jeweils zwei mit Hilfe der Datenbrille 4 betrachtete Bildausschnitte repräsentieren. Nach Betrachtung des ersten Punkts P1, d.h. nach Betrachtung der im Bereich des Punktes P1 angeordneten Rohrleitung werden dem Anwender 7 Zusatzinformationen in der Datenbrille 4 visualisiert. Diese Zusatzinformationen 11 bestehen aus Dokumentationsdaten, die bezüglich des ersten Punktes P1 Arbeitsanweisungen für dieses Rohrstück enthalten und bezüg-

lich des Punktes P2 die in einem zweiten Schritt durchzuführende Installationsanweisung beinhalten. Die Installationsanweisung besteht in diesem Fall darin, daß dem Anwender 7 das Drehmoment und die Drehrichtung der Schraubverbindung des Punktes P2 über die Visualisierung der Zusatzdaten I12 mitgeteilt werden. Der Anwender 7 erhält somit innerhalb kürzester Zeit eine situationsgerechte Anweisung für das betrachtete Objekt. Bei der Verwendung eines intelligenten Werkzeugs, welches in der Lage ist, das gerade eingesetzte Drehmoment zu erfassen, ist es weiterhin möglich, daß der Anwender basierend auf dem aktuellen Drehmoment auch dazu aufgefordert wird, daß Drehmoment entsprechend zu erhöhen oder zu verringern.

Im folgenden werden Hintergrundinformationen zu Einsatzgebiet der Erfindung gegeben: Es geht dabei um eine anwendungsorientierte Anforderungsanalyse und Entwicklung von AR-basierten Systemen zur Unterstützung von Arbeitsprozessen in Entwicklung, Produktion und Service komplexer technischer Produkte und Anlagen in der Fertigungs- und Verfahrenstechnik, sowie für Systeme zur Serviceunterstützung wie bei Kraftfahrzeugen oder für die Wartung beliebiger technischer Geräte.

Augmented Reality, kurz AR, ist eine neue Art der Mensch-Technik-Interaktion mit großem Potential zur Unterstützung von industriellen Arbeitsprozessen. Bei dieser Technologie wird das Sichtfeld des Betrachters mit rechnergenerierten virtuellen Objekten angereichert, so daß Produkt- bzw. Prozeßinformationen intuitiv genutzt werden können. Neben der sehr einfachen Interaktion erschließt der Einsatz tragbarer Computer AR-Anwendungsfelder mit hohen Mobilitätsanforderungen, wenn beispielsweise Prozeß-, Meß- oder Simulationsdaten an das reale Objekt geknüpft werden.

Die Situation der deutschen Industrie ist durch steigende Kundenanforderungen an Individualität und Qualität der Pro-

dukte sowie durch eine wesentliche Zeitverkürzung der Entstehungsprozesse gekennzeichnet. Insbesondere in Entwicklung, Produktion und Service komplexer technischer Produkte und Anlagen können mit innovativen Lösungen für die Mensch-Technik-Interaktion sowohl Effizienz- und Produktivitätssprünge erzielt werden, als auch die Arbeit kompetenz- und lernförderlich gestaltet werden, indem der Wissens- und Informationsbedarf der Benutzer auf der Basis ohnehin vorliegender Daten situationsgerecht unterstützt wird.

Augmented Reality ist eine Technologie mit einer Vielzahl innovativer Anwendungsfelder:

- So kann z.B. in der **Entwicklung** ein „Mixed Mock-Up"-Ansatz auf der Grundlage einer gemischt-virtuellen Umgebung die frühen Entwicklungsphasen deutlich beschleunigen. Gegenüber immersiven, d.h. eintauchenden, „Virtual Reality"-(VR)-Lösungen besteht für den Benutzer ein wesentlicher Vorteil darin, daß die haptischen Eigenschaften mit Hilfe eines realen Modells naturgetreu abgebildet werden können, hingegen Aspekte der visuellen Wahrnehmung, z.B. für Anzeigenvarianten, virtuell manipulierbar sind. Darüber hinaus besteht ein großes Potential zur benutzerorientierten Validierung rechnergestützter Modelle, z.B. für die Bauteilverifikation oder bei Crash-Tests.

- In der flexiblen **Produktion** kann unter anderem das Einrichten von Maschinen für qualifizierte Facharbeiter wesentlich erleichtert werden, indem, z.B. durch mobile AR-Komponenten, gemischt-virtuelle Spannsituationen direkt im Sichtfeld wiedergegeben werden. Eine facharbeitergerechte Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung in der Werkstatt wird erleichtert, wenn Informationen über den jeweiligen Auftragsstatus direkt in Verbindung mit den dazugehörigen Produkten vor Ort wahrgenommen werden. Das gleiche gilt auch für die Montage, wobei dem Monteur bereits in der Trainingsphase die einzelnen Arbeitsschritte gemischt-virtuell präsentierbar sind. In diesem Zusammenhang können, z.B. durch den Vergleich realer Montageabläufe mit Simula-

tionsergebnissen, umfassende Optimierungen erreicht werden, die sowohl die Qualität der Arbeitsplanung verbessern als auch den Montageprozeß in der kritischen Anlaufphase vereinfachen und beschleunigen.

- Letztlich genügen im **Service** herkömmliche Technologien kaum mehr, um die komplexen Diagnose- und Behebungsprozeduren zu unterstützen und zu dokumentieren. Da diese Prozesse in vielen Bereichen aber ohnehin auf Basis von digitalen Daten geplant werden, bieten AR-Technologien die Möglichkeit, die Informationsquellen für die Wartung zu übernehmen und einem Techniker, z.B. in der Datenbrille, durch die Überlagerung mit realen Objekten den Ausbauvorgang zu erläutern. Mit Bezug auf kooperative Arbeit ermöglicht das AR-gestützte „Fernauge" eine verteilte Problemlösung, indem ein entfernter Experte mit dem Mitarbeiter vor Ort über globale Distanzen hinweg kommuniziert. Dieser Fall ist besonders für die überwiegend mittelständischen Werkzeugmaschinenhersteller relevant. Sie sind durch die Globalisierung gezwungen, Produktionsstätten ihrer Kunden weltweit zu errichten. Jedoch ist eine Präsenz von Niederlassungen in allen wichtigen Märkten weder aus wirtschaftlichen Gründen realisierbar, noch kann auf das profunde Wissen erfahrener Service-Mitarbeiter des Stammhauses bzgl. der zunehmend komplexer werdenden Anlagen verzichtet werden.

Die Besonderheit in der Mensch-Technik-Interaktion bei Augmented Reality liegt in einer sehr einfachen und intuitiven Kommunikation mit dem Computer, beispielsweise ergänzt durch multimodale Interaktionstechniken wie Sprachverarbeitung oder Gestikerkennung. Die Verwendung von tragbaren Computereinheiten ermöglicht darüber hinaus völlig neue mobile Nutzungsszenarien, wobei die spezifischen Daten jederzeit über ein drahtloses Netz angefordert werden können. Neue Visualisierungstechniken erlauben eine direkte Annotation, z.B. von Meß- oder Simulationsdaten, an das reale Objekt oder in die reale Umgebung. In Verbindung mit verteilten Anwendungen sind mehrere Benutzer in der Lage, in einer realen Umgebung

mit Hilfe einer gemeinsamen Datenbasis zu arbeiten (shared augmented environments) oder in verschiedenen Umgebungen AR-gestützt zu kooperieren.

Augmented Reality wird erst seit wenigen Jahren intensiv erforscht. Deshalb finden sich sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene nur wenige Anwendungen, zumeist in Form von wissenschaftlichen Prototypen bei Forschungseinrichtungen.

- *USA:* Wie bei vielen neuen Technologien wurden die Nutzungspotentiale von Augmented Reality zuerst in Nordamerika erschlossen. Beispiele sind die Cockpitgestaltung oder die Wartung von mechatronischen Geräten. Der Flugzeughersteller Boeing hat bereits erste Feldversuche im Bereich der Montage mit AR-Technologien unternommen. Ergebnis ist, daß den USA auch in diesem Hightech-Bereich eine Schlüsselstellung zukommt, die mit einer möglichen Technologieführerschaft einhergeht.

- *Japan:* In Japan werden verschiedene AR-Entwicklungen vorangetrieben, z.B. zur gemischt-virtuellen Gebäudeplanung, Telepräsenz oder „Cyber-Shopping". Keimzelle ist das 1997 gegründete Mixed Reality Systems Laboratory, das als Kompetenzzentrum gemeinsam von Wirtschaft und Wissenschaft getragen wird. Besondere Impulse im Konsumgüterbereich sind zukünftig durch die japanische Industrie für Unterhaltungselektronik zu erwarten.

- *Europa:* In Europa sind bislang nur sehr wenige Forschergruppen im AR-Bereich tätig. Eine Gruppe an der Universität Wien befaßt sich mit Ansätzen für die gemischt-reale Visualisierung. Die Gruppe des IGD hat im Rahmen des inzwischen ausgelaufenen ACTS-Projektes CICC erste Anwendungen für die Bauindustrie und einen wissenschaftlichen Prototypen zur Mitarbeiterschulung im Automobilbau entwickelt.

Die im Erfindung versteht sich insbesondere im speziellen Kontext der Anwendungsfelder "Produktions- und Werkzeugmaschinen" (NC-gesteuerte, automatisierungstechnische Prozesse) sowie "Diagnose-/Serviceunterstützungssysteme für komplexe technische Komponenten/Geräte/Systeme" (z.B. Fahrzeuge, aber auch industrielle Maschinen und Anlagen).

Ein Hauptvorteil der Erfindung besteht in einer Einsparung von Anzeigeinstrumenten dadurch, daß AR-Basistechnologien für das Bedienen und Beobachten von Systemen und Anlagen genutzt werden. Mit Hilfe dieser AR-Basistechnologien ist es möglich, Objekte zu sehen und zu identifizieren / Kombination aus Selektieren und Realitätserweiterung um virtuelle Information Einblenden von Prozeßwerten in mobil einsetzbaren Geräten zur Visualisierung. Dabei erfolgt eine multi-modale Interaktion wie Sprache, Fingerzeig, etc.

Zusammenfassend betrifft die Erfindung somit ein Bedien- und Beobachtungssystem, bei dem neben realen Informationen eines Pozesses, beispielsweise eines Automatisierungssystems virtuelle Informationen ergänzt und auf einem mobilen Anzeigegerät visualisiert werden. Hierdurch können beispielsweise Füllmengen eines Tanks, einer Leitung etc. vor Ort virtuell visualisiert werden, die ansonsten nicht zugänglich sind. Durch Sprache oder Fingerzeig ist eine multimodale Kommunikation mit den Komponenten des Prozesses möglich.

Patentansprüche

1. Bedien- und Beobachtungssystem für eine automatisierungstechnisch gesteuerte Anlage und/oder einen automatisierungstechnisch gesteuerten Prozess mit einem mobilen Anzeigegerät zur Anzeige von ersten Informationsdaten der Anlage oder des Prozesses in Abhängigkeit von mittels Erfassungsmitteln erfaßbaren realen zweiten Informationsdaten.

2. System nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Informationsdaten statische und/oder dynamische Informationsdaten sind.

3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß das System Erfassungsmittel (2, 11) mit einer Sensorik, insbesondere einer Bildaufnahmevorrichtung zur Erfassung der ersten Informationsdaten sowie Visualisierungsmittel (4) zur Visualisierung der zweiten Informationsdaten aufweist.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Erfassungsmittel (2) anwendergesteuert sind und insbesondere als sprachgesteuerte Erfassungsmittel und/oder durch Steuerdaten gesteuerte Erfassungsmittel ausgebildet sind.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Erfassungsmittel (2) und/oder die Visualisierungsmittel als Datenbrille (4) ausgebildet sind.

6. Verfahren zum Bedienen und Beobachten einer automatisierungstechnisch gesteuerten Anlage und/oder eines automatisierungstechnisch gesteuerten Prozesses, bei dem mittels eines

mobilen Anzeigegeräts ersten Informationsdaten der Anlage oder des Prozesses in Abhängigkeit von mittels Erfassungsmitteln erfaßbaren realen zweiten Informationsdaten angezeigt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Dokumentationsdaten (I1..In) statische und/oder dynamische Informationsdaten sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die ersten Informationsdaten mittels Erfassungsmitteln (2, 11) mit einer Sensorik, insbesondere einer Bildaufnahmevorrichtung erfaßt und daß die zweiten Informationsdaten mittels Visualisierungsmitteln (4) dem Anwender (7) visualisiert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Erfassungsmittel (2) anwendergesteuert sind und insbesondere als sprachgesteuerte Erfassungsmittel und/oder durch Steuerdaten gesteuerte Erfassungsmittel ausgebildet sind.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Erfassungsmittel (2) und/oder die Visualisierungsmittel als Datenbrille ausgebildet sind.

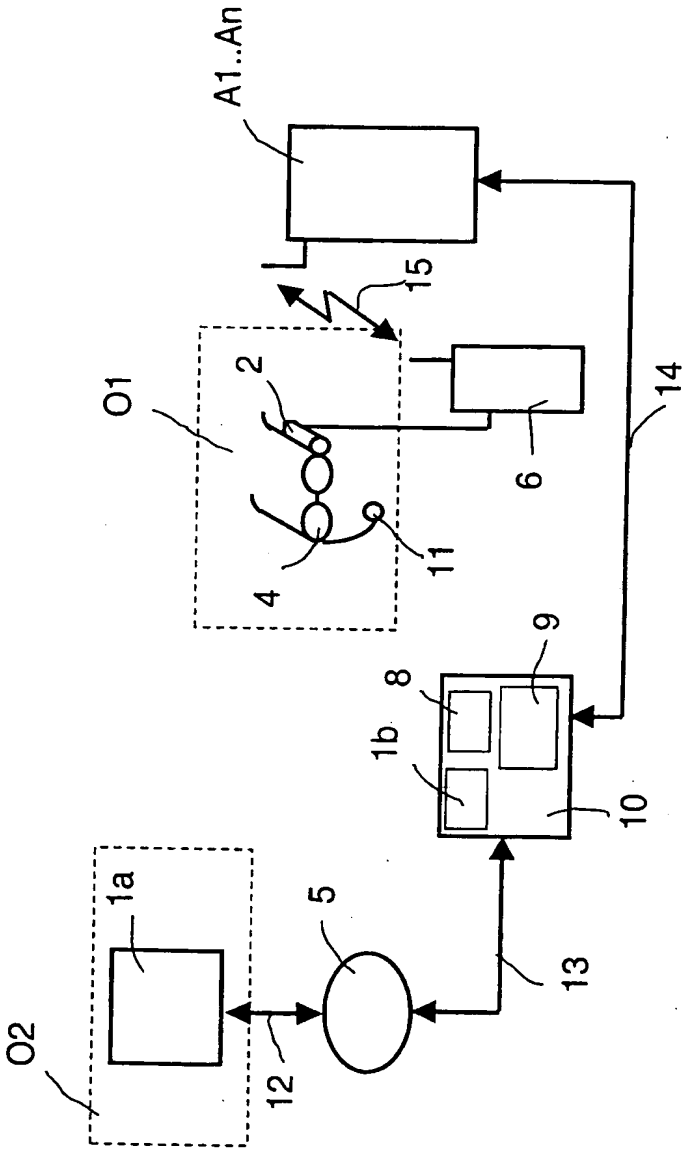


Fig. 1

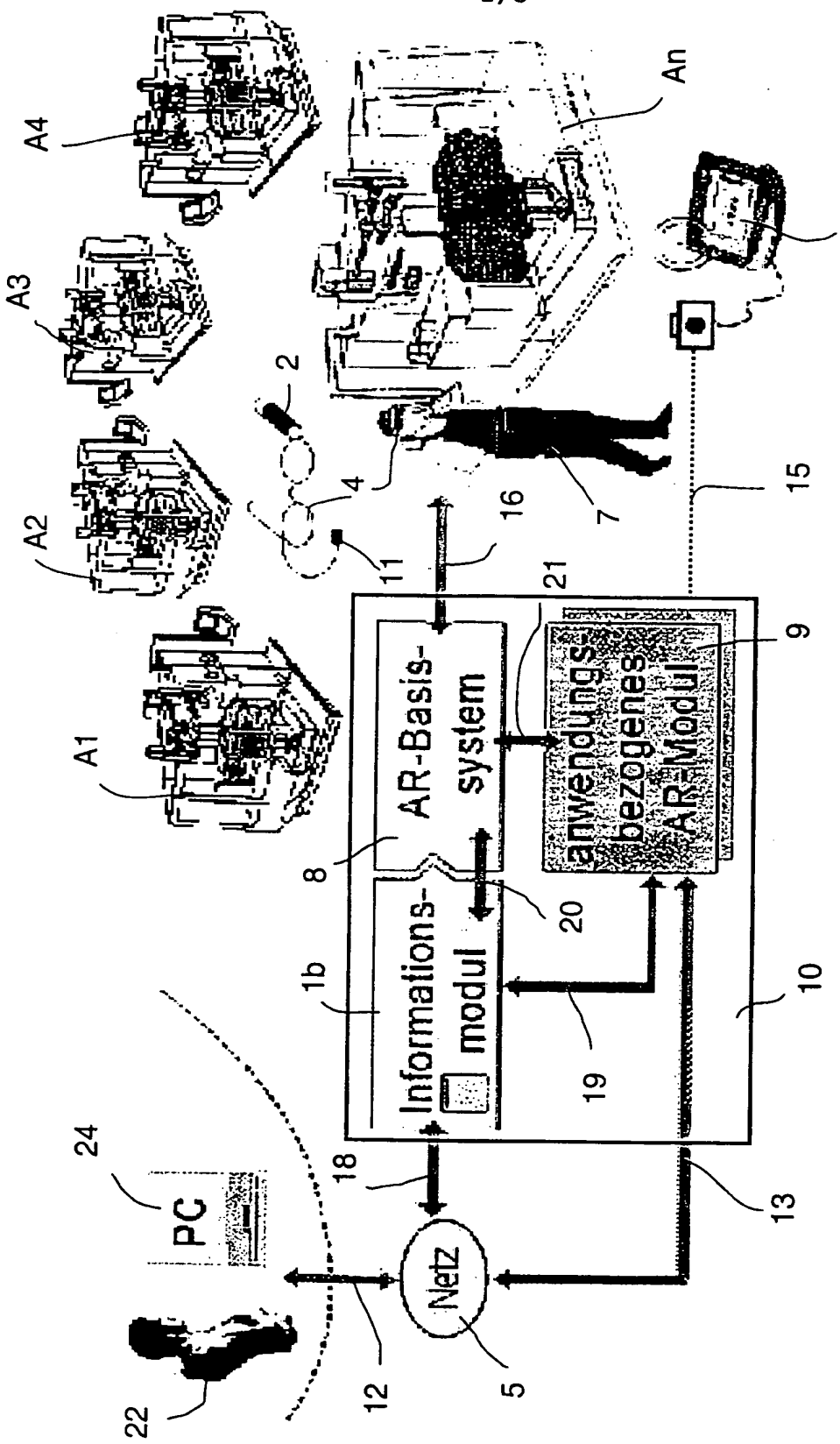

A4
An
A3
2
17
A2
4
16
15
7
11
21
A1
9
AR-Basis-system
anwendungs-bezogenes AR-Modul
8
20
1b
Informations-modul
10
19
24
18
PC
13
Netz
12
5
22

Fig. 2

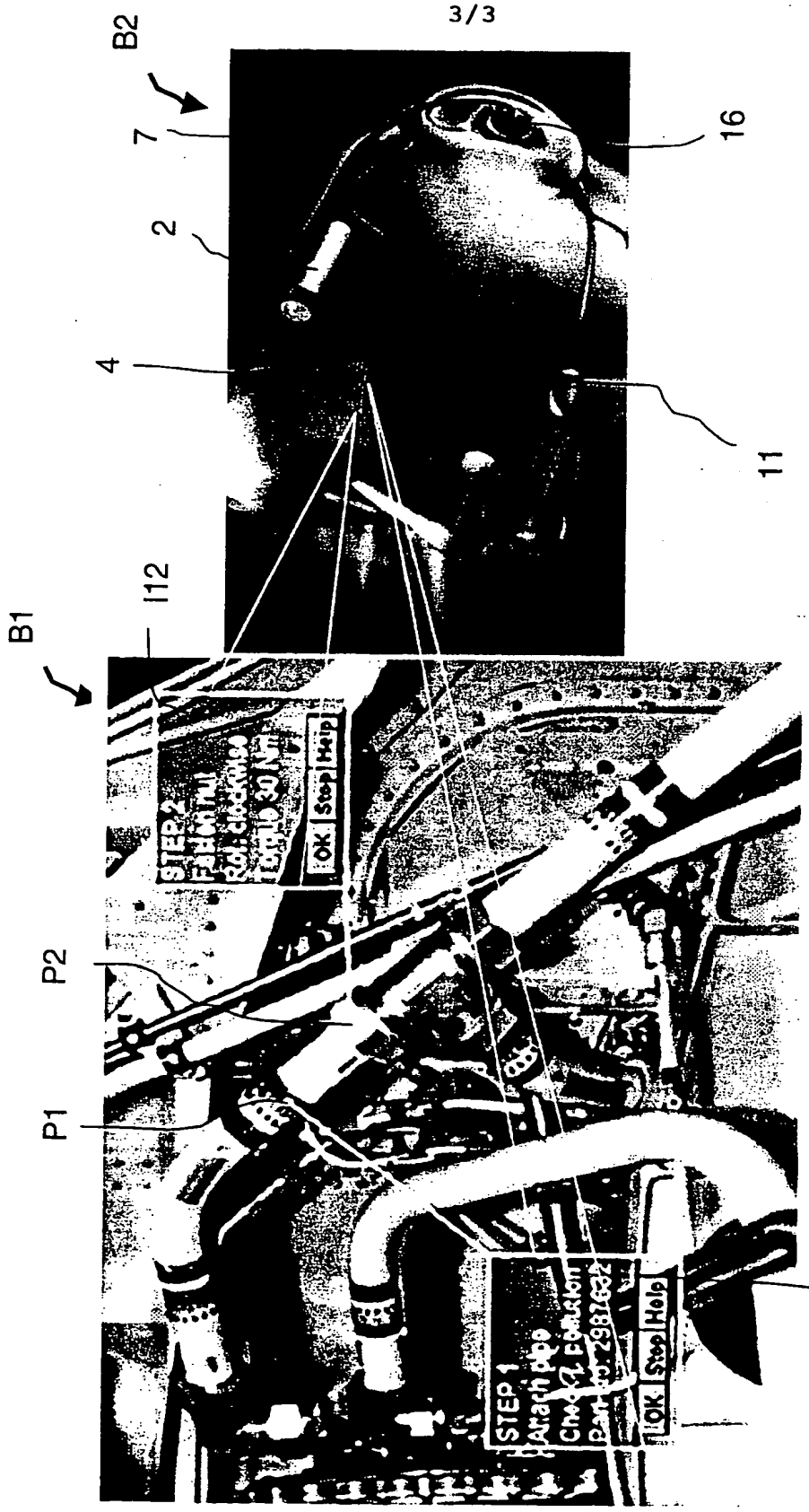

B2
7
2
4
16
11
I12
B1
P2
P1
I11
STEP 2
OK
Stop
Help
STEP 1
OK
Stop
Help

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Jonal Application No
PCT/DE 00/00657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G05B19/409 G05B19/418 G05B23/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DAUDE R ET AL: "HEAD-MOUNTED DISPLAY ALS FACHARBEITERORIENTIERTE UNTERSTUETZUNGSKOMPONENTE AN CNC-WERKZEUGMASCHINEN" WERKSTATTSTECHNIK,DE,SPRINGER VERLAG. BERLIN, vol. 86, no. 5, 1 May 1996 (1996-05-01), pages 248-252, XP000585192 ISSN: 0340-4544	1-4,6-9
Y	the whole document	5,10
Y	US 5 712 649 A (TOSAKI KENJI) 27 January 1998 (1998-01-27) the whole document	5,10
A	US 5 850 352 A (JAIN RAMESH ET AL) 15 December 1998 (1998-12-15) the whole document	1,6

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 July 2000	19/07/2000

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Hauser, L

3

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Jonal Application No
PCT/DE 00/00657

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KUZUOKA H: "SPATIAL WORKSPACE COLLABORATION: A SHAREVIEW VIDEO SUPPORT SYSTEM FOR REMOTE COLLABORATION CAPABILITY" PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS,US,READING, ADDISON WESLEY, vol. -, 1992, pages 533-540, XP000426833 the whole document	1-4,6-9
A	US 5 748 495 A (OHGA YUKIHARU ET AL) 5 May 1998 (1998-05-05) the whole document	1,6
A	ITO S ET AL: "HUMAN ORIENTED OPERATION GUIDE FOR SUBSTATIONS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS,US,NEW YORK, IEEE, vol. -, 1994, pages 1104-1109, XP000531218 ISBN: 0-7803-2130-8 the whole document	1,6
A	JOHNSON D: "SCADA SOFTWARE RAISES THE STAKES" CONTROL ENGINEERING INTERNATIONAL,US,CAHNERS PUBLISHING, vol. 43, no. 14, 1 October 1996 (1996-10-01), pages 80-82,84,86, XP000682154 ISSN: 0010-8049 the whole document	1,6
A	STOKER C R ET AL: "ANTARCTIC UNDERSEA EXPLORATION USING A ROBOTIC SUBMARINE WITH A TELEPRESENCE USER INTERFACE" IEEE EXPERT,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 10, no. 6, 1 December 1995 (1995-12-01), pages 14-23, XP000539881 ISSN: 0885-9000 the whole document	1,6
A	US 5 745 387 A (CORBY JR NELSON RAYMOND ET AL) 28 April 1998 (1998-04-28) the whole document	1,6

3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Jonal Application No
PCT/DE 00/00657

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5712649 A	27-01-1998	JP 5130532 A	25-05-1993
		JP 6110013 A	22-04-1994
		JP 5176260 A	13-07-1993
		DE 69221987 D	09-10-1997
		DE 69221987 T	05-02-1998
		EP 0539907 A	05-05-1993
		US 5392158 A	21-02-1995
US 5850352 A	15-12-1998	US 5729471 A	17-03-1998
		AU 5380296 A	16-10-1996
		WO 9631047 A	03-10-1996
		US 5745126 A	28-04-1998
US 5748495 A	05-05-1998	JP 3192498 A	22-08-1991
		DE 69028685 D	31-10-1996
		DE 69028685 T	20-02-1997
		EP 0434050 A	26-06-1991
		US 5777896 A	07-07-1998
US 5745387 A	28-04-1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/00657

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G05B19/409 G05B19/418 G05B23/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DAUDE R ET AL: "HEAD-MOUNTED DISPLAY ALS FACHARBEITERORIENTIERTE UNTERSTUETZUNGSKOMPONENTE AN CNC-WERKZEUGMASCHINEN" WERKSTATTSTECHNIK,DE,SPRINGER VERLAG. BERLIN, Bd. 86, Nr. 5, 1. Mai 1996 (1996-05-01), Seiten 248-252, XP000585192 ISSN: 0340-4544	1-4,6-9
Y	das ganze Dokument	5,10
Y	US 5 712 649 A (TOSAKI KENJI) 27. Januar 1998 (1998-01-27) das ganze Dokument	5,10
A	US 5 850 352 A (JAIN RAMESH ET AL) 15. Dezember 1998 (1998-12-15) das ganze Dokument	1,6

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
13. Juli 2000	19/07/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Hauser, L

3

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	KUZUOKA H: "SPATIAL WORKSPACE COLLABORATION: A SHAREVIEW VIDEO SUPPORT SYSTEM FOR REMOTE COLLABORATION CAPABILITY" PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS,US,READING, ADDISON WESLEY, Bd. -, 1992, Seiten 533-540, XP000426833 das ganze Dokument	1-4,6-9
A	US 5 748 495 A (OHGA YUKIHARU ET AL) 5. Mai 1998 (1998-05-05) das ganze Dokument	1,6
A	ITO S ET AL: "HUMAN ORIENTED OPERATION GUIDE FOR SUBSTATIONS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS,US,NEW YORK, IEEE, Bd. -, 1994, Seiten 1104-1109, XP000531218 ISBN: 0-7803-2130-8 das ganze Dokument	1,6
A	JOHNSON D: "SCADA SOFTWARE RAISES THE STAKES" CONTROL ENGINEERING INTERNATIONAL,US,CAHNERS PUBLISHING, Bd. 43, Nr. 14, 1. Oktober 1996 (1996-10-01), Seiten 80-82,84,86, XP000682154 ISSN: 0010-8049 das ganze Dokument	1,6
A	STOKER C R ET AL: "ANTARCTIC UNDERSEA EXPLORATION USING A ROBOTIC SUBMARINE WITH A TELEPRESENCE USER INTERFACE" IEEE EXPERT,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. 10, Nr. 6, 1. Dezember 1995 (1995-12-01), Seiten 14-23, XP000539881 ISSN: 0885-9000 das ganze Dokument	1,6
A	US 5 745 387 A (CORBY JR NELSON RAYMOND ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) das ganze Dokument	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int onales Aktenzeichen
PCT/DE 00/00657

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5712649 A	27-01-1998	JP 5130532 A	25-05-1993
		JP 6110013 A	22-04-1994
		JP 5176260 A	13-07-1993
		DE 69221987 D	09-10-1997
		DE 69221987 T	05-02-1998
		EP 0539907 A	05-05-1993
		US 5392158 A	21-02-1995
US 5850352 A	15-12-1998	US 5729471 A	17-03-1998
		AU 5380296 A	16-10-1996
		WO 9631047 A	03-10-1996
		US 5745126 A	28-04-1998
US 5748495 A	05-05-1998	JP 3192498 A	22-08-1991
		DE 69028685 D	31-10-1996
		DE 69028685 T	20-02-1997
		EP 0434050 A	26-06-1991
		US 5777896 A	07-07-1998
US 5745387 A	28-04-1998	KEINE	